



中国智能网联汽车产业创新联盟  
China Industry Innovation Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles



# 车路云一体化系统白皮书



2023年1月

## 版权声明

本白皮书版权属于中国智能网联汽车产业创新联盟，并受法律保护。转载、摘编或利用其他方式使用本调查报告文字或者观点的应注明来源：“车路云一体化系统白皮书”。违反上述声明者，中国智能网联汽车产业创新联盟将追究其相关法律责任。

《车路云一体化系统白皮书》编写组

## 顾问指导组

- |       |   |
|-------|---|
| 李 克 强 | 中国工程院院士、清华大学教授                                |
| 张 进 华 | 中国汽车工程学会常务副理事长兼秘书长<br>国家智能网联汽车创新中心执行主任        |
| 郑 继 虎 | 国家智能网联汽车创新中心常务副主任                             |
| 公 维 洁 | 中国智能网联汽车产业创新联盟秘书长                             |
| 陈 山 枝 | 中国信息通信科技集团有限公司副总经理、总工程师<br>移动通信及车联网国家工程研究中心主任 |
| 侯 德 藻 | 交通运输部公路科学研究院智能交通研究中心主任                        |
| 辛 克 铎 | 国家智能网联汽车创新中心副主任                               |
| 姚 丹 亚 | 清华大学自动化系工程研究所教授                               |
| 孙 棣 华 | 重庆大学自动化学院教授                                   |
| 罗 禹 贡 | 清华大学车辆与运载学院研究员                                |

《车路云一体化系统白皮书》编写组

## 参研单位

国家智能网联汽车创新中心、清华大学、云控智行科技有限公司、阿里云计算有限公司、复睿智行科技（上海）有限公司、中信科智联科技有限公司、中国信息通信研究院、北京车网科技发展有限公司、先导（苏州）数字产业投资有限公司、江苏未来都市出行科技集团有限公司、宇通客车股份有限公司、西部车网（重庆）有限公司、西部科学城智能网联汽车创新中心（重庆）有限公司、清华大学苏州汽车研究院（吴江）、北京万集科技股份有限公司、中汽创智科技有限公司、国家工业信息安全发展研究中心、河北省交通规划设计研究院有限公司、重庆大学、电子科技大学、中汽院智能网联科技有限公司、国汽大有时空科技（安庆）有限公司、北京理工大学、中移（上海）信息通信科技有限公司、东风商用车有限公司、一汽解放汽车有限公司、福特汽车（中国）有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司、北京百度智行科技有限公司、北京源堡科技有限公司、北京芯盾时代科技有限公司、中寰卫星导航通信有限公司、国汽智控（北京）科技有限公司、湖南湘江智能科技创新中心有限公司、北京汽车研究总院有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、重庆交通大学、联通智网科技股份有限公司、国汽智图（北京）科技有限公司、高德软件有限公司、蘑菇车联信息科技有限公司、斯润天朗（无锡）科技有限公司、合肥斯欧互联科技股份有限公司、北京四维图新科技股份有限公司、宁波吉利汽车研究开发有限公司、中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）、斑马网络技术有限公司、北京清研宏达信息科技有限公司、招商局检测车辆技术研究院有限公司、北京赛目科技有限公司、高新兴科技集团股份有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、浙江天行健智能科技有限公司、中国工业互联网研究院重庆分院、博泰车联网科技（上海）股份有限公司、中国移动通信集团有限公司、天翼交通科技有限公司、北京航迹科技有限公司、北京理工大学重庆创新中心、长沙行深智能科技有限公司、深圳市金溢科技股份有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、中国工业互联网研究院数据应用管理所、阿里巴巴（中国）有限公司、国汽朴津智能科技（安庆）有限公司、湖北汽车工业学院、华砺智行（武汉）科技有限公司、国科础石（重庆）软件有限公司、福州物联网开放实验室有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、长城汽车股份有限公司、中国电动

汽车百人会、招商新智科技有限公司、小米汽车科技有限公司、惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司、OpenAnolis 龙蜥社区、北京智能车联产业创新中心有限公司、中汽智联技术有限公司、北京星云互联科技有限公司、北京车百智能网联科技有限公司、东软睿驰汽车技术（上海）有限公司、北京云驰未来科技有限公司、神州数码信息服务股份有限公司、重庆迪科汽车科技集团有限公司、合肥市智能网联汽车创新中心、重庆中科汽车软件创新中心、海南热带汽车试验有限公司、北京轻舟智航科技有限公司、苏州智加科技有限公司、云车智途（重庆）创新科技有限公司、广东为辰信息科技有限公司、慧之安信息技术股份有限公司、清研车联信息科技（苏州）有限公司、鄂尔多斯智能网联创新中心、沈阳华途智能网联产业技术研究院有限公司、北京擎天智卡科技有限公司、中铁建网络信息科技有限公司、武汉中海庭数据技术有限公司、合图驭星（重庆）科技有限公司、巨视慧行（武汉）科技有限公司、河南中原智行科技有限公司、中平云能新能源科技有限公司、厦门雅迅网络股份有限公司、上海帆一尚行科技有限公司、武汉安天信息技术有限责任公司

## 编写组成员

杜孝平	高博麟	宣智渊	曾震宇	薛春宇	胡金玲
葛雨明	孙 宁	宋 娟	王佳利	宋 军	林 明
游绍文	褚文博	李家文	周 浩	杨志伟	赵 敏
罗 蕾	陈 涛	韩建新	李 颖	汪建球	申培锋
范 衡	胡坚耀	刘思杨	王 鲲	韩 冰	季文东
蒋 晟	尚 进	丛 炜	李增文	谢国富	朱 磊
于万钦	徐 强	祖 晖	钟 薇	乌尼日其其格	李晓龙
吕东昕	陈 磊	曹东璞	许 庆	崔 艳	王 宙
李海峰	秦勇波	杨 轩	郭朝斌	张磊(阿里)	刘彦斌
崔岸雍	黄小光	刘 杰	房家奕	张 杰	张学艳
隋昕航	杨雅茹	余冰雁	林 琳	雷凯茹	鲍叙言
霍俊江	茅志强	张令裹	马鹏飞	李建军	张春敏
常雪阳	侯昌洪	曹晓航	方达龙	周明珂	徐海洋
钱佳楠	刘志罡	马春香	孟令钊	龚宝泉	闫 鹏
付海龙	林景栋	程森林	韩庆文	陈 虹	陈丽蓉
张 强	胡孟夏	李庆建	曾 佳	张磊(中移)	刘 林
李翊飞	薛云志	张云飞	彭 伟	王鹏霖	陈幼雷
胡 维	杜 旭	徐晋晖	高 欣	黄小云	姚 广
杜 磊	高培基	黄殿辉	卢忆都	王海川	王 颖
刘 玲	蔡晓禹	彭 博	赵晓宇	周光涛	高 鹏
冯 昶	范晓宇	熊丽音	苏岳龙	郭杏荣	谢 豪
谢家阳	舒光辉	王 涵	程晓茜	杨贵永	王 伟
邹博松	袁 博	黄建业	朱 疆	赵 伟	向梟笛
薛晓卿	白智敏	吴冬升	刘晓青	曾少旭	胡坚耀
李祥明	郭 刚	郑洪江	唐 焱	严茂胜	曾 锋
王文强	田希雅	赵兴华	李 青	王艳华	刘维维
崔佳玮	刘桂武	赵江涛	高立志	华 伟	张风波
王 潼	张 义	陈杰浩	李昊巍	王 琳	方靖涛
霍盈盈	曾 优	陈宇峰	向郑涛	邱志军	任学锋
殷 凡	薛云志	王歆朔	夏 芹	江 萌	易 茂
段洪琳	王振华	张小斌	滕志伟	祝耀准	黄守义
覃韶辉	马 涛	王劲男	党利冈	崔 杨	孙又晗
王 旭	田力威	张永强	刘 义	史睿萌	岳 阳
张百杰	林 强				

## 前言

本白皮书基于对近年来我国智能网联汽车产业发展进程中关键技术突破、政策及标准推进的梳理、应用示范与实践的分析与总结，以《智能汽车创新发展战略》构建跨界融合的智能汽车产业生态体系，建设国家智能汽车大数据云控基础平台，实现安全、高效、绿色、文明的智能汽车强国愿景为指引，站在人-车-路-网-云系统协同顶层设计的视角，阐述了体现我国智能网联汽车产业发展中国方案思想体系的车路云一体化系统。对组成车路云一体化系统各组成部分的对象、作用及其相互关系进行了说明，重点阐述了作为车路云一体化系统各组成之间纽带与桥梁的云控基础平台的功能组成、特征、层级结构、能力体系、服务对象与内容。在对全国各地车联网先导区、测试示范区及高速公路试点等云控平台建设情况分析总结的基础上，指出了车路云一体化系统推进中面临的主要挑战，给出了我国走车路云一体化融合发展之路，加快推进智能网联汽车产业发展的建议。本白皮书将有助于统一相关认识与理念，加强车路云一体化中国方案产业生态建设，促进产业未来的规模化应用与商业化落地。

## 目 录

<b>1</b>	<b>车路云一体化系统概述</b> .....	<b>1</b>
1.1	概念与优势 .....	1
1.2	智能网联汽车产业政策及发展现状 .....	3
1.2.1	国外产业政策发展现状.....	3
1.2.2	国内产业政策发展现状.....	4
1.3	车路云一体化系统系列标准建设 .....	8
<b>2</b>	<b>车路云一体化系统组成</b> .....	<b>9</b>
2.1	车辆及其他交通参与者 .....	9
2.2	路侧基础设施 .....	9
2.3	云控平台 .....	9
2.3.1	云控基础平台 .....	9
2.3.2	云控应用 .....	15
2.4	相关支撑平台 .....	17
2.5	通信网 .....	18
<b>3</b>	<b>云控平台建设现状与问题</b> .....	<b>18</b>
3.1	车联网先导区 .....	19
3.2	测试示范区 .....	20
3.3	高速公路试点 .....	21
3.4	现状分析与问题 .....	22
3.4.1	分层解耦不充分，阻碍系统实现跨域共用.....	22
3.4.2	关键技术难度大，产业化应用需大力攻关.....	22
3.4.3	法规配套不完善，制约技术创新规模应用.....	23
3.4.4	行业标准不统一，测试评价体系亟待建立.....	23
3.4.5	产业效益不明显，影响政府企业投资热情.....	23
<b>4</b>	<b>车路云一体化系统发展建议</b> .....	<b>23</b>
4.1	深化系统架构认识，推进标准规范制定 .....	23
4.2	强化政策支持力度，聚焦关键技术突破 .....	24
4.3	引导技术产品转化，鼓励开放示范应用 .....	24
4.4	探索应用商业落地，加强国际交流合作 .....	25
	<b>参考文献</b> .....	<b>26</b>



# 1 车路云一体化系统概述

## 1.1 概念与优势

车路云一体化系统(Vehicle-Road-Cloud Integrated System, VRCIS)是通过新一代信息与通信技术将人、车、路、云的物理空间、信息空间融合为一体,基于系统协同感知、决策与控制,实现智能网联汽车交通系统安全、节能、舒适及高效运行的信息物理系统(Cyber-Physical Systems, CPS)。车路云一体化系统也可称之为车路云一体化融合控制系统/智能网联汽车云控系统,它是对已形成行业共识的智能网联汽车产业发展中国方案的简洁描述。

车路云一体化系统是由车辆及其他交通参与者、路侧基础设施、云控平台、相关支撑平台、通信网等部分组成的一个复杂大系统,如图1所示。

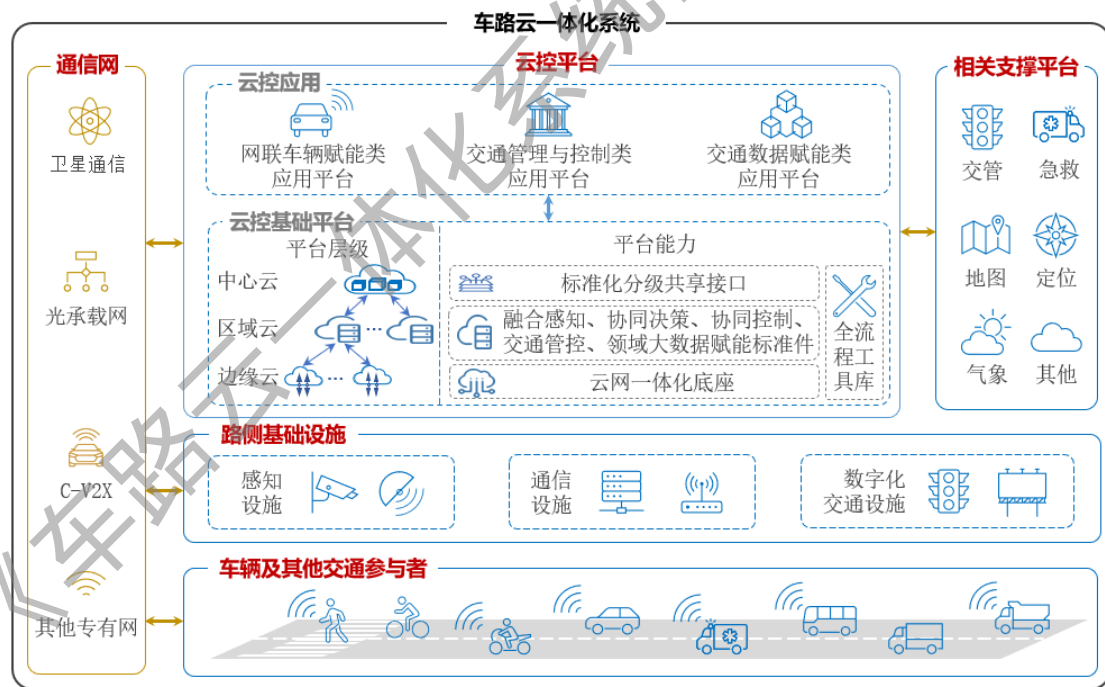


图1 车路云一体化系统架构

车辆及其他交通参与者是动态交通环境的重要组成部分,通过无线网络或/和利用路侧基础设施向云控基础平台提供其运行动态信息,同时网联汽车及其驾驶人可接受来自云控应用的服务。路侧基

**基础设施**为云控基础平台采集来自车辆、道路以及其他交通相关系统的动态交通数据，并向车辆及交通参与者提供来自系统的交通相关信息。**云控平台**是产业车路云一体化发展理念在各地实践过程中进行信息化建设的系列平台的总称，包括云控基础平台和云控应用。云控应用分为网联汽车赋能类、交通管理与控制类及交通数据赋能类等三大类，涵盖产业链全域应用需求，由云控基础平台基于交通相关数据的采集、存储与处理，通过数据赋能提供满足各种应用需求的分级共享基础服务。**相关支撑平台**为云控基础平台提供其服务赋能所需的平台既有交通相关信息，保障信息共享，避免重复建设。**通信网**为系统各组成部分之间的数据传输与信息交互提供安全、可靠与时延要求保障。

车路云一体化系统将人、车、路、云等要素的交通相关信息通过云控基础平台进行融合，全方位支撑智能网联汽车产业应用需求，体现出分层解耦、跨域共用的智能网联汽车中国方案技术特征，并具有如下优势：

**标准化接入能力：**通过标准化数据接口和模型，实现网联汽车、路侧设施等终端设备以及相关支撑系统数据的顺利接入，能够充分利用既有、新建基础设施与其它相关数据，提高基础设施与数据利用率，避免公共资源浪费。

**共性化基础能力：**车路云一体化系统以云控基础平台为纽带与桥梁，通过领域特定标准件为云控应用提供共性基础能力。由边缘云、区域云和中心云三级云平台组成的云控基础平台支撑具有不同时延、算力、区域覆盖范围等要求的云控应用。

**开放化共享能力：**通过标准开放共享能力，开发人员可在云控基础平台基础上，面向各类不同服务对象开发云控应用，由点及面展开生态建设。

**集约化增效能力：**复用与共享现有基础设施，实现不同设备之间的互联互通，打破信息孤岛所带来的壁垒，增大社会效益。

**模式可复制能力：**根据不同区域或城市的实际情况，以需求为牵引，通过分层解耦和灵活设计，基于统一的基础能力体系部署与应用平台快速构建，产生产业应用价值。

车路云一体化系统的应用实施，将消除交通管理与车辆管理之间的信息孤岛效应，提高道路基础设施利用率，增强交通管理和优化水平，提升道路通行效率，减少交通安全事故，降低能耗与污染物排放，推进我国智能汽车—智能交通—智慧城市融合发展新模式的应用实践。同时，车路云一体化系统的建设过程将通过促进汽车、交通、通信、云计算等多行业的跨域融合和协同发展，形成综合性高新技术产业集群效应，为我国经济发展提供新的增长点，实现产业数字化转型模式的快速创新和迭代升级。

## 1.2 智能网联汽车产业政策及发展现状

新一轮技术革命驱动汽车产业加速发展，汽车产业迎来百年巨变的时代，智能化与网联化融合的新一代汽车产业发展模式正逐步形成。为此，全球汽车产业大国争相出台相关政策，鼓励本国企业抢占智能网联汽车产业发展高地。我国在先期跟跑基础上，提出车路云一体化融合的智能网联汽车产业发展之路，已在全球形成并跑并态势在某些方向上成为了领跑者。

### 1.2.1 国外产业政策发展现状

日本、美国和欧盟等国家和组织相继推出智能网联汽车相关政策，以指导网联自动驾驶和智能交通产业发展。

2018年至2022年，日本相继发布了《自动驾驶汽车安全技术指南》《道路交通法（修正案）》，持续更新发布《官民ITS构想·路线图》《实现自动驾驶行动方针》等政策法规，列举了一系列自动驾驶汽车所应满足的安全条件，制定了L3级别自动驾驶的相关章程，研讨并制定了自动驾驶路线图以推动相关国际标准协调工作，探讨了L4级自动驾驶的基础设施协同机制与商业模式等，并计划于2025年实现高速公路L4级自动驾驶等。

美国相继发布了《自动驾驶汽车》系列政策、《智能交通系统战略规划2020~2025》《自动驾驶汽车综合计划》《自动驾驶乘员保护安全最终规则》等政策法规，对自动驾驶范围进行了延伸，确定了自动驾驶汽车研发和整合的联邦原则，描述了美国未来五年智能交通发

展的重点任务和保障措施，提出了建设三类自动驾驶应用公共平台的任务，明确了实现自动驾驶系统（ADS）愿景的三个目标，完善了自动驾驶汽车制造商对全自动汽车碰撞测试的标准等。

欧盟也相继发布了《通往自动化出行之路：欧盟未来出行战略》《网联式自动驾驶技术路线图》《自动驾驶汽车的豁免程序指南》《关于在网联车辆和出行相关应用程序中处理个人数据的指南》《可持续与智能交通战略》等政策法规，提出了协调国家对自动驾驶车辆的临时安全评估，并聚焦于网联车辆和出行相关应用场景下的个人数据处理，为保护用户隐私和数据安全风险提供了参考建议，开展了自动驾驶路线图的顶层规划，提出了网联式自动驾驶与 ISAD 分级，计划到 2030 年大规模部署自动驾驶出行服务并普及完全自动驾驶等。

在产业应用方面，国外也在推进智能网联汽车、V2X 和智能交通等领域示范应用相关的项目。美国的 CARMA（Cooperative Automation Research Mobility Applications）项目、德国的 Ko-HAF（Kooperatives hochautomatisiertes Fahren）项目、欧盟的 C-ITS（Cooperative Intelligent Transport Systems）项目、大陆集团的电子地平线（e-Horizon）项目都聚焦在智能驾驶和 V2X 领域。英国的 i-Motors 项目不仅聚焦于以上两个应用领域，还在智能交通领域展开了积极探索。日本 DMP（Dynamic Map Platform）公司通过 SIP（战略性创新创造方案）项目聚焦于通过基础平台面向智能网联汽车提供高精度地图动态更新。

从上述政策发展和产业应用现状可以看出，国外各主要经济体基于“云”的智能网联项目也在不断推进和探索，以解决多个应用领域的共性需求。

### 1.2.2 国内产业政策发展现状

我国从国家战略层面到地方政策方面，全面探索智能网联汽车产业发展，鼓励和推进示范建设。智能网联汽车中国方案的核心是车路云一体化，全国各地逐步开展以云控平台为主要形式的车路云一体化实践。通过实施中国方案凝聚行业共识，为指导、推动以车路云一体化为核心的智能网联汽车产业发展，国家各部委及相关行业组织先后发布了一系列政策与指南等相关文件。表 1 汇总了我国近三年发布的

部分推进智能网联汽车产业发展车路云一体化相关的文件。

表1 部分国内车路云一体化相关文件

日期	政策	主要内容
2020.2	国家发展和改革委员会等 11 部委《智能汽车创新发展战略》	明确提出建设智能网联汽车大数据云控基础平台的建设任务。
2020.5	工业和信息化部等部委《国家车联网产业标准体系建设指南》系列文件	系列标准分为总体要求、信息通信、电子产品与服务、智能网联汽车、车辆智能管理、智能交通相关等 6 个部分，明确了车路协同管控与服务等领域标准化工作。
2020.8	交通运输部《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》	明确提出推进车路协同等设施建设，丰富车路协同应用场景，建设智慧路网云控平台。
2020.10	国务院办公厅《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》	部署了提高技术创新能力、构建新型产业生态、推动产业融合发展、完善基础设施体系和深化开放合作 5 项战略任务。
2020.12	交通运输部《交通运输部关于促进道路交通自动驾驶技术发展和应用的指导意见》	是交通运输部首个关于促进自动驾驶发展的指导意见，按照“鼓励创新、多元发展、试点先行、确保安全”的原则，坚持问题导向，提出了四个方面、十二项具体任务。
2021.4	住房和城乡建设部和工业和信息化部《关于组织开展智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展试点工作的通知》	推动云控基础平台、基础地图等技术的研究，加快规模化商用进程。 发布《关于确定智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展第一批试点城市的通知》，公布首批 6 个试点城市；同年 12 月，发布《关于确定智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展第二批试点城市的通

		知》，新增 10 个试点城市。
2021.5	国家发展和改革委员会等 4 部委《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	鼓励城区内数据中心作为算力“边缘”端，优先满足如车联网、联网无人机、智慧交通等实时性要求高的业务需求。
2021.7	工业和信息化部《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》	以 5G、工业互联网、云计算、人工智能等应用需求为牵引，汇聚多元数据资源、提供高效算力服务、赋能行业应用。
2021.7	工业和信息化部等 10 部委《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》	指出 5G 赋能重点领域包括 5G+车联网。强化汽车、通信、交通等行业的协同，加强政府、行业组织和企业间联系，共同建立完备的 5G 与车联网测试评估体系，保障应用的端到端互联互通。
2021.7	国家互联网信息办公室等 5 部委《汽车数据安全管理办法（试行）》	旨在规范汽车数据处理活动，保护个人、组织的合法权益，维护国家和社会公共利益，促进汽车数据合理开发利用。
2021.8	工业和信息化部《物联网新型基础设施建设三年行动计划（2021—2023 年）》	充分发挥地方政府在新型基础设施建设规划、投资布局中的统筹引导作用，形成政策合力。到 2023 年底，在国内主要城市初步建成物联网新型基础设施。
2022.11	工业和信息化部 and 公安部《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》（征求意见稿）	为贯彻落实意见，促进智能网联汽车推广应用，提升智能网联汽车产品性能和运行水平，开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作，实施内容包括产品准入试点、上路通行试点和应急处置。

2022.12	中共中央 国务院《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》	明确了数据要素改革的总体目标、方向和指导思想与具体原则，确定了主要任务，即加快数据产权制度、数据流通交易制度、数据收益分配制度、数据安全治理制度四大类基础制度建设，构建了我国数据要素改革的“四梁八柱”。
---------	-----------------------------------	---

目前，国内在智能网联汽车车路云一体化相关的政策与法规方面还处于探索阶段，但在云控平台建设运营主体方面已有积极实践，全国各地先后推进成立了由政府主导的平台运营公司，保证交通基础数据管理与使用的安全、共享与公信力。例如北京车网科技发展有限公司、西部车网(重庆)有限公司等。在智慧高速公路建设方面，浙江、江苏、四川、重庆、云南、上海等省市出台的智慧高速公路建设指南/导则中均明确云控平台为智慧高速建设过程中的重要组成部分。

国家工业与信息化部 2020 设立了“智能网联汽车数据交互与综合应用公共服务平台建设”项目，进行了“国家—属地—企业”三级分布式多中心架构智能网联汽车数据基础支撑平台建设探索。2021 年又设立了“建设智能网联汽车大数据云控基础平台项目”专项，正由国家智能网联汽车创新中心牵头，联合十四家整车厂、科研院所、科技企业、地方示范区建设/运营企业等单位进行覆盖全国多地与多企业应用平台的车路云一体化建设关键技术与规模应用进行探索。

在产业应用方面，已在如北京冬奥会等国家重大活动、无人自动驾驶示范、智慧园区、智慧物流领域等方面开展了一系列体现车路云一体化系统理念的创新实践和应用落地探索。在北京<sup>1</sup>、上海<sup>2</sup>、长沙<sup>3</sup>、雄安新区<sup>4</sup>、海南<sup>5</sup>和柳州<sup>6</sup>等测试示范区开展了一系列示范和实践，

<sup>1</sup> 北京市，北京市高级别自动驾驶示范区云控基础平台项目

<sup>2</sup> 上海市，基于智能网联汽车云控基础平台的“车路网云一体化”综合示范建设项目

<sup>3</sup> 长沙市，湘江新区智慧高速与智能网联示范区“两个 100 公里”建设项目

<sup>4</sup> 雄安新区，基于智能汽车云控基础平台的“人车路云”与智能交通示范建设项目

<sup>5</sup> 海南省，项目博鳌东屿岛“车-路-云”协同示范项目

<sup>6</sup> 柳州市，柳州市车联网先导区建设项目（一期）

并积极推进行业与地方标准建设。据不完全统计，截至2022年12月，全国车路云一体化系统相关建设项目投资总额已超过百亿规模，总体分布如图2所示。

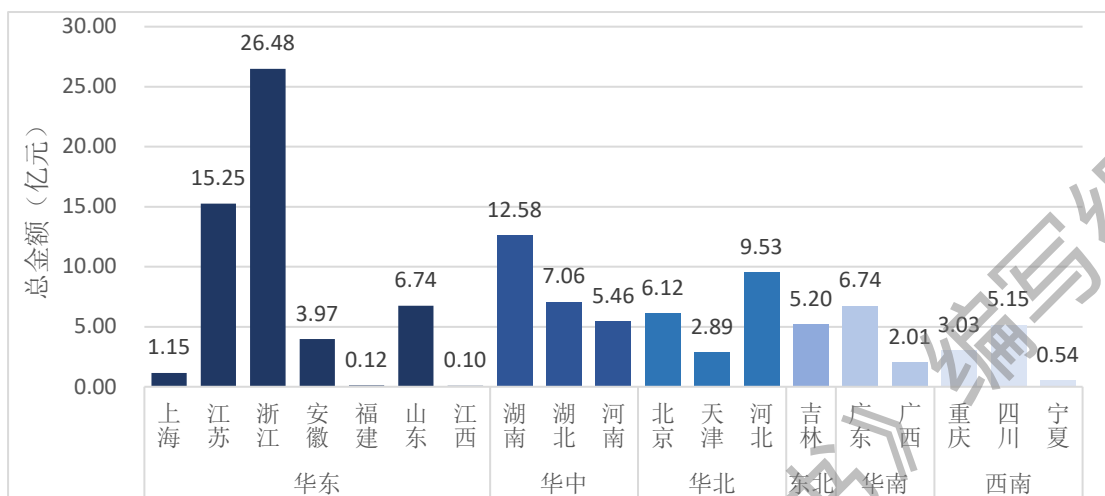


图2 全国车路云一体化系统相关项目分布图

上述政策发展和产业应用表明，基于“云”的智能网联业务需求已成为产业发展的共识和关注焦点，云控平台建设也已成为智能网联汽车领域最为瞩目的解决方案。

### 1.3 车路云一体化系统系列标准建设

推进车路云一体化中国方案的落地实践需要符合我国基础设施标准、联网运营标准和新架构汽车产品标准。相关标准与法规建设的快速推进是保障产业发展的重要手段。工业和信息化部、国家标准化委员会联合组织制定《国家车联网产业标准体系建设指南》，快速推进车路云一体化系统相关标准建设，促进行业共识形成。其中，车路云一体化系统系列标准已于2021年10月在中国汽车工程学会立项并审查通过。该系列标准由9项团体标准组成，旨在为车路云一体化系统建设提供标准化指引。其中，第1部分系统组成及基础平台架构、第2部分车云数据交互规范、第3部分路云数据交互规范以及第5部分服务场景规范等四项标准已通过专家评审，即将发布。



## 2 车路云一体化系统组成

### 2.1 车辆及其他交通参与者

车辆包含具有自动驾驶能力及车-路、车-云网联化能力的智能网联汽车，不具备自动驾驶能力但具备车-路、车-云联网能力的网联汽车，以及非网联汽车。车辆可通过车载终端或移动终端向路侧和/或云控基础平台提供自身行驶动态信息，接收来自路侧和/或云控基础平台提供的感知、决策甚至控制能力服务。

其他交通参与者是指参与并且会影响车辆行驶安全、效率等的其他对象，如道路上的非网联汽车、非机动车、行人、动物、道路遗撒物等，其它交通参与者的动态信息可通过路侧感知设备或其它智能网联汽车进行感知并传送至云控基础平台。

### 2.2 路侧基础设施

典型路侧基础设施包括路侧感知设备（摄像机、毫米波雷达、激光雷达、气象传感器等）、路侧单元（RSU）、交通信息化设备（信号灯、情报板等）和路侧计算单元等，实现环境感知、局部辅助定位、交通信号及交通通告信息实时获取，保障前述信息在车路云之间互联互通，保障交通相关通告信息在情报板上及时展示。

### 2.3 云控平台

云控平台由云控基础平台与云控应用组成，形成包含“1”个云控基础平台与“N”个由云控基础平台所支撑的云控应用平台的“1+N”拓扑结构。

#### 2.3.1 云控基础平台

《智能汽车创新发展战略》提出要充分利用现有资源，统筹建设智能汽车大数据云控基础平台，将“人-车-路-云”系统协同发展作为构建协同开放的智能汽车技术创新体系的重要任务之一。云控基础平台作为在此定位下的产业解决方案，通过产业生态建设升级，打破当

前信息化平台建设过程中传统的烟囱建设模式，实现数据与能力的分层解耦和跨域共用，以标准化接入能力、共性化基础能力、开放化共享能力、潜力化降本增效能力和模式可复制能力，为网联汽车、交通管控职能部门和产业链其他用户，提供不同时空范围和不同实时性要求的服务。

### 2.3.1.1 功能组成

云控基础平台由封装领域核心服务共性基础能力<sup>7</sup>的5类标准件、实现数据采集和标准化转换的2个标准化接口以及1个全流程工具库所组成，形成“5+2+1”共性基础能力体系，以满足各类应用功能需求及时效性要求。

**“5”类标准件：**支撑全产业链应用需求的**融合感知、协同决策、协同控制、交通管控及领域大数据赋能标准件**。标准件封装满足核心服务领域用户需求的各类共性服务能力，为用户提供共性基础服务。

**“2”个标准化接口：**云网一体化底座以及**标准化分级共享接口**。云网一体化底座用于保障云控基础平台与车、路及其他平台之间数据标准化交互，实现车、路、云端交通动态数据的标准化采集、存储与处理。标准化分级共享接口为云控基础平台服务产业用户提供数据标准化转换与能力输出通道。

**“1”个工具库：**用于支撑云控基础平台的运营、维护与运行安全，同时提供云控基础平台的能力开放功能。能力开放功能保障云控基础平台所具备的服务能力可被用户理解与购买，同时保障平台所拥有的基础数据与能力可被用户用于再创造，产生新的数据赋能能力，以及这些能力可被创造能力的用户使用和被云控基础平台集成，保证云控基础平台的能力可持续扩展、迭代与演进。

“5+2+1”共性基础能力体系如图3所示。

<sup>7</sup> 车路云一体化融合控制系统白皮书 2020 版



图3 云控基础平台共性基础能力体系

### 2.3.1.2 层级结构

云控基础平台需要满足网联汽车对其运行过程安全、高效、节能和舒适等需求，满足政府相关职能部门对交通与道路规划、建设与养护、所辖区域交通态势感知、管理与控制等需求，满足产业链其他用户对交通数据赋能的需求。前述三大类需求对服务时延、时空范围与数据赋能内容差异较大，为保障对这些服务提供有效支撑，云控基础平台设计了如图4所示边缘-区域-中心三级云分层结构，形成物理分散、逻辑协同的云计算中心，三类服务需求对象与功能各不相同，服务实时性要求逐渐降低。

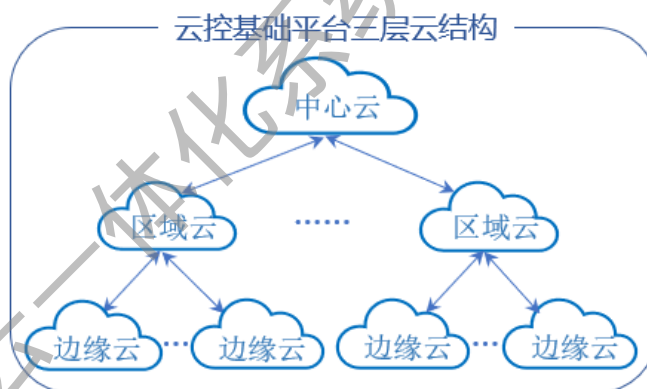


图4 云控基础平台分层结构

#### 边缘云

边缘云靠近车辆及道路端，采集高频度、细粒度动态交通相关数据，实现高可靠、低时延的融合感知、协同决策、协同控制能力服务，主要面向车辆提供增强出行安全、提升行车效率及降低运行能耗等高实时性与弱实时性云控应用基础服务。在组成结构上，边缘云由边缘云一体化底座、领域特定标准件和标准化分级共享接口等组成，如图5所示。

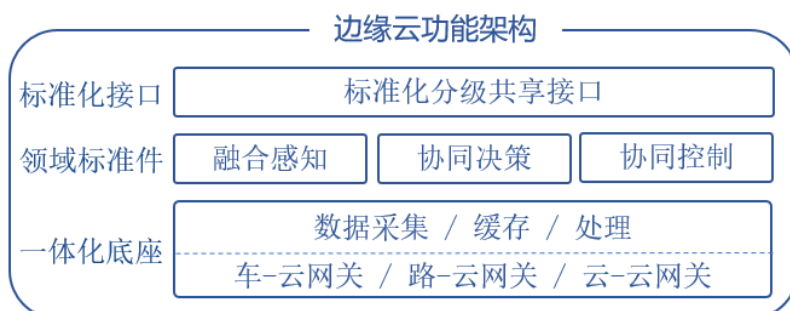


图5 边缘云功能架构

**边缘云一体化底座：**实现车-云、路-云、以及边缘云同区域云之间的动态交通数据的实时性采集、标准化交互、高速缓存与实时处理等功能。

**边缘云领域特定标准件：**包含满足低时延要求的融合感知、协同决策与协同控制标准件。基于实时交通数据，为车辆超视距感知、安全预警、辅助驾驶、云端控制与远程驾驶等云控应用提供服务支撑。

**标准化分级共享接口：**基于边缘云领域特定标准件的服务能力，面向多源异构的车辆、智能路侧设施、应用系统等用户不同粒度的应用需求，以通用接口与标准化方式提供平台能力输出服务。

## 区域云

区域云获取来自边缘云及相关支撑系统的动态交通相关数据，支撑区域级的交通融合感知、协同决策、协同控制、交通管控服务需求，主要面向交通运输和交通管理等政府职能部门提供弱实时性或非实时性交通监管、执法等云控应用基础服务，面向行驶车辆提供改善行车效率、提升行车安全等弱实时性服务。在组成结构上，区域云主要包括区域云一体化底座、区域云领域特定标准件和标准化分级共享接口等，如图6所示。

**区域云一体化底座：**实现区域云同所管理的边缘云、第三方支撑平台、以及无边云情形下的车-云、路-云之间的交通相关数据的准实时性采集、标准化交互、存储与处理等功能。

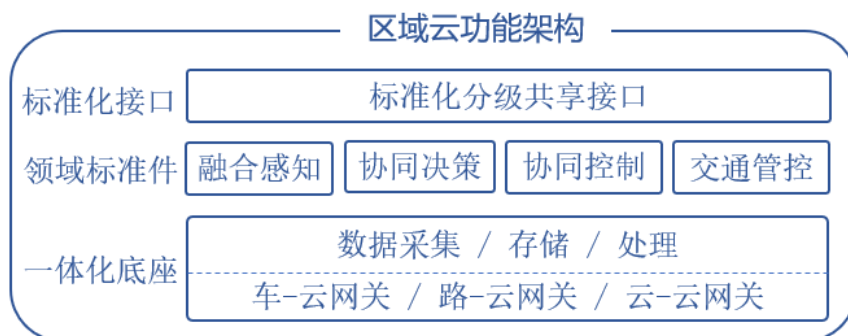


图6 区域云功能架构

**区域云领域特定标准件：**包含满足弱实时性要求的融合感知、决策、控制与交通动态管控标准件。基于动态交通数据，为所覆盖区域的交通态势感知、车辆最佳路径规划、交通疏堵诱导等以交通管理与控制为主的云控应用提供服务支撑。

**标准化分级共享接口：**基于区域云领域特定标准件的服务能力，主要面向各类交通管理与控制应用系统等用户不同粒度的应用需求，同时在不具有边缘云情形下，也可面向多源异构车辆、智能路侧设施用户需求，以通用接口与标准化方式提供平台能力输出服务。

### 中心云

中心云汇聚各区域云的交通相关数据，对数据进行汇聚、存储与管理，利用云计算和分布式架构设计实现业务数据高效交互、共性基础能力分级共享，主要面向交通决策部门、车辆设计与生产企业、交通相关企业及科研单位等全产业链提供中观与宏观交通数据赋能与基础数据增值服务。在组成结构上，中心云主要包括中心云接入网关、中心云的领域特定标准件和标准化分级共享接口等组成部分，如图7所示。



图7 中心云功能架构

**中心云一体化底座：**实现中心云同各区域云之间的数据抽取、汇聚、多维存储与分析处理等功能。

**中心云领域特定标准件：**基于汇聚自各区域云以及相关支撑平台的交通相关历史数据，通过多维度分析，为车辆生产、销售、运营、保险企业，政府相关部门，研究机构，创新创业单位与个人等，提供诸如驾驶行为与交通事故分析、交通规划、道路设计、产业发展与创新等基于交通大数据赋能的应用需求提供能力输出服务。

**标准化分级共享接口：**基于中心云领域大数据赋能标准件的服务能力，面向全产业链用户的不同粒度、层级的交通大数据分析需求，以通用接口与标准化方式提供平台数据分析能力输出。

### 2.3.1.3 特征

云控基础平台是车路云一体化系统的核心以及各要素之间交互的纽带与桥梁，发挥支撑不同应用、减少重复投资、促进规模化推广、商业化落地以及交通数据安全管控等重要基础作用，基础平台的建立符合国家交通发展战略思路，具有分层解耦、跨域共用、分级共享、应用支撑等特征。

### 2.3.1.4 服务用户与内容

车路云一体化系统中云控应用主要分为网联车辆赋能、交通管理与控制、以及交通数据赋能三大类，这些应用分别对应网联汽车用户、政府职能部门用户和产业链其他对交通数据赋能有需求的企业或个人用户。

**网联汽车**既是云控基础平台的数据来源，也是云控基础平台提供能力服务的对象，是云控应用的核心用户。针对车载终端、联网方式、应用需求等的不同，云控基础平台可通过不同应用平台、系统、设备设施等，为各类自动驾驶等级的网联汽车提供不同时延等级的感知、决策与控制类能力服务，以及增强安全、提升效率以及降低能耗等不同类别的赋能服务。

**政府职能部门**是交通规划、道路建设与维护、交通秩序管理、交通执法、公交与客货运输管理等任务的责任单位，既是交通基础数据的提供方，也是云控应用的主要用户类别之一。云控基础平台可基于

所采集、存储的各种粒度交通动态数据，为其提供加强交通态势感知、信控优化、交通拥堵疏导诱导、车辆违章自动发现、公交线路优化、“两客一危”管理、桥隧道路危险预警等实时性较强的感知、决策、控制与交通管控能力服务，还可提供基于历史交通数据赋能的交通规划、预测、专题分析等辅助决策能力服务。

**产业链其他用户**是一个开放的群体，包含对交通大数据及其基础能力服务有需求所有用户，如汽车制造企业、共享出行提供商、交通咨询设计服务商、车辆销售与保险业务提供商、高校及科研机构、创新创业团队等。云控基础平台可为此类用户提供从高频度、细粒度动态交通数据，到不同视角基于交通动态数据的汇聚类数据，以及基于领域标准件的不同层级能力结果输出等，从而发挥交通大数据网联赋能作用，实现基础数据与云控基础平台能力的跨域共用与分级共享，降低满足应用需求的成本。

### 2.3.2 云控应用

云控应用是指由云控基础平台提供的基础服务所支撑的所有应用，主要包括网联车辆赋能类、交通管理与控制类以及交通数据赋能类等三类应用。

#### 2.3.2.1 网联车辆赋能类应用

网联车辆作为车路云一体化系统中最重要的被服务对象，车辆的本质属性决定了其最重要的应用需求是运行安全、行驶高效、节能减排、乘坐舒适。云控基础平台将基于由边缘云所采集的实时交通动态数据与感知、决策与控制标准件融合所产生的服务能力，为网联汽车提供满足其增强行驶安全与提升能效等赋能服务，如超视距危险预警、盲区碰撞预警、多车协同避障、路口多车协同、行驶车道建议、绿波通行、匝道汇入汇出引导等。基于云控基础平台区域云对多边缘云数据与支撑平台相关数据的融合，为网联汽车提供如道路施工及交通事故提醒、节能与舒适车速引导、高效出行路径规划、停车位与充电桩引导、最优参考轨迹、车辆启停速度控制、特定区域强制接管、高速节能巡航等赋能服务。其服务的内容根据车辆驾驶自动化等级与驾驶方式的不同，其时效性也有很大的差异。



### 2.3.2.2 交通管理与控制类应用

交通管理与控制类应用主要包含来源于政府职能部门工作推进的各类应用需求。核心单位包括交通规划、交通秩序管理、公交与客货运输管理、公路或市政道路维护部门等。

**面向交通秩序管理部门**，云控基础平台基于车端、路侧以及其他动态交通数据与感知、决策、控制、交通管控标准件融合所产生的服务能力，为其提供区域路网实时交通态势感知、交通事故评估、交通流量统计、交通拥堵分析、数字孪生、态势推演、交通流诱导与道路交通管控等应用服务支撑。结合区域级的协同决策和协同控制技术，还可以疏解交通拥堵、提升路网利用率、减少交通事故发生、降低温室气体与污染物排放、应对突发事件与重大活动等为目标，提供制定交通组织优化方案、交通信息发布、信号灯绿波协调控制、区域信号协同优化、可变车道控制、临时交通管制、应急预案管理等服务。

**面向公交与客货运管理部门**，云控基础平台在交通态势感知的基础上，结合车端、路侧感知数据以及公交与客货运相关支撑平台数据，可通过对居民出行特征和出行方式进行时空特征分析，协助编制公交线路和班次安排，优化公交运力配置，形成实时公交信息和公交出行建议，引导居民公交出行，缓解路网交通压力。还可对辖区内客货物流向进行分析，协助规划客货运通道，支持对客货运业务包括“两客一危”的运行监管工作等。

**面向公路或市政道路维护部门**，云控基础平台可根据车端和路侧感知数据，针对其覆盖区域内的路面状态监测，道路维护方案定期生成，道路设备、设施与资产监管等提供支撑服务。还可对道路破损、结冰、湿滑、泼洒物覆盖等异常情况提供识别、预警、及时生成应急维护方案服务，确保路面状态不影响通行效率和行车安全。

**面向交通及城市规划部门**，云控基础平台基于历史交通大数据，对其路网承载能力、路口负荷、交通生成量、交通发生与吸引量等关键指标数据的时空特征进行挖掘，为预测路网交通应用需求提供支撑服务。还可利用相关支撑平台提供的路网信息和地块信息，协助交通规划部门，规划新的路段和路口，对交通规划方案进行评估。



### 2.3.2.3 交通数据赋能类应用

交通数据赋能类应用主要面向产业链用户的各类应用需求，包括汽车制造企业、零部件供应商、共享出行服务商、车辆销售与售后服务商、保险业务提供商、高校科研机构等基于业务发展的需求。云控基础平台基于交通大数据赋能，可为其提供相关应用需求服务，支撑业务拓展。

**面向车企**，云控基础平台基于对海量数据的分析、挖掘和建模，可为车企提供车辆全生命周期质量分析，生产制造优化分析、新产品研发仿真、供应链风险评估等数据赋能服务。可通过驾驶行为分类分析，细分客户群体，为车辆设置提供建议，优化出厂配置，强化用户黏性，扩大车辆销售。

**面向零部件供应商**，云控基础平台可以基于车辆大数据，分析网联车辆的行驶工况，判断易损零部件的预估寿命，指导相关零部件供应商完成对车辆的优化调整或车身零部件的改进升级。其典型应用包括传感器自适应标定、轮胎匹配性调整、刹车片寿命增强、雨刮器强度升级等易损件强度改进优化以及重度用车场景下非易损件可靠性分析等。分析结果支撑相关零部件供应商研发迭代和生产改进，提升车辆零部件安全性和可靠性。

**面向其他用户**，云控基础平台基于所采集、存储的类别齐全、数据完整连续的交通大数据，通过对其进行汇聚、融合、深度挖掘处理，实现面向产业链其它有需求的用户提供数据赋能服务，推动相关产业发展。如面向物流运输与车险动态定价需求的定制化出行服务、车辆画像、驾驶行为画像、车险动态定价分析等，面向车辆销售与售后服务需求的用户群体分析，维修用零部件库存规划分析等，面向关键技术攻关与前瞻性技术研发的科研单位，对各种仿真、测试及验证数据集需求支撑，面向推进产业发展的各类创意、创新、创业活动所需的基础数据、数据赋能、测试评价等需求的支撑等。

## 2.4 相关支撑平台

相关支撑平台是指保障云控基础平台发挥共性基础作用所必需

信息的支撑平台，如提供地图服务的高精动态地图平台、提供米级、分米级和厘米级实时高精度定位的卫星导航增强定位服务平台、提供能见度、雨量、风向、雷暴、大雾（团雾）等信息的气象预警平台、提供路政、养护、服务区以及紧急事件等实时信息的交通路网监测与运行监管平台等，用于减少云控基础平台建设的重复研发，促进信息共享，降低研发成本。相关支撑平台也可基于自身的实际需求接受来自云控基础平台的交通信息相关基础服务。

## 2.5 通信网

通信网包括 C-V2X 网络、光承载网、卫星通信以及其他专有网络，用于支撑车路、车云、路云以及云云之间信息的安全、高效互通。其中，C-V2X 是基于 3GPP 全球统一标准的蜂窝通信和直连通信融合的车联网无线通信技术，包括 LTE-V2X、NR-V2X 及其后续演进版本。C-V2X 包含了两种通信接口，一种是车、人、路之间的直接通信接口（PC5），另一种是终端和基站之间的通信接口（Uu）。C-V2X 网络主要支撑网联汽车与路侧、云端的互联互通；光承载网主要保障路云之间以及云控基础平台各层级云之间的互联互通；卫星通信可以保障云控基础平台在地面通信没有覆盖环境下（如越野）仍能提供通信服务；基于其他专有网络搭建的车路云通讯环境由其自身保障车云、路云、云云之间的安全、高效互通。

## 3 云控平台建设现状与问题

近些年，为推进车路云一体化中国方案，各地车联网先导区、测试示范区、高速公路试点以及特定行业应用领域均围绕车路云一体化系统的各个组成部分开展了相关建设和应用实践。云控平台作为能够联系车路云一体化系统各组成部分的核心要素，已成为全国各地开展车路云一体化实践的主要形式。全国智能网联汽车、自动驾驶、智能交通、智慧城市领域先导区、测试示范区、高速公路试点等加速建设。

截至 2022 年 12 月，在上述测试示范区、先导区、高速公路试点

的自动驾驶测试道路总里程达上万公里，路侧基础设施点位超过 6000 个，其中已有 13 个建有云控平台，所建云控平台大多能够统合既有设备与资源，基本实现跨域共用和系统管理，并且通过云控应用可提升用户直观感受，使得以车路云一体化为目标的先导区、示范区、试点项目等在建设过程中均将云控平台作为规划与建设重点。

建设情况主要分布如图 8 所示。

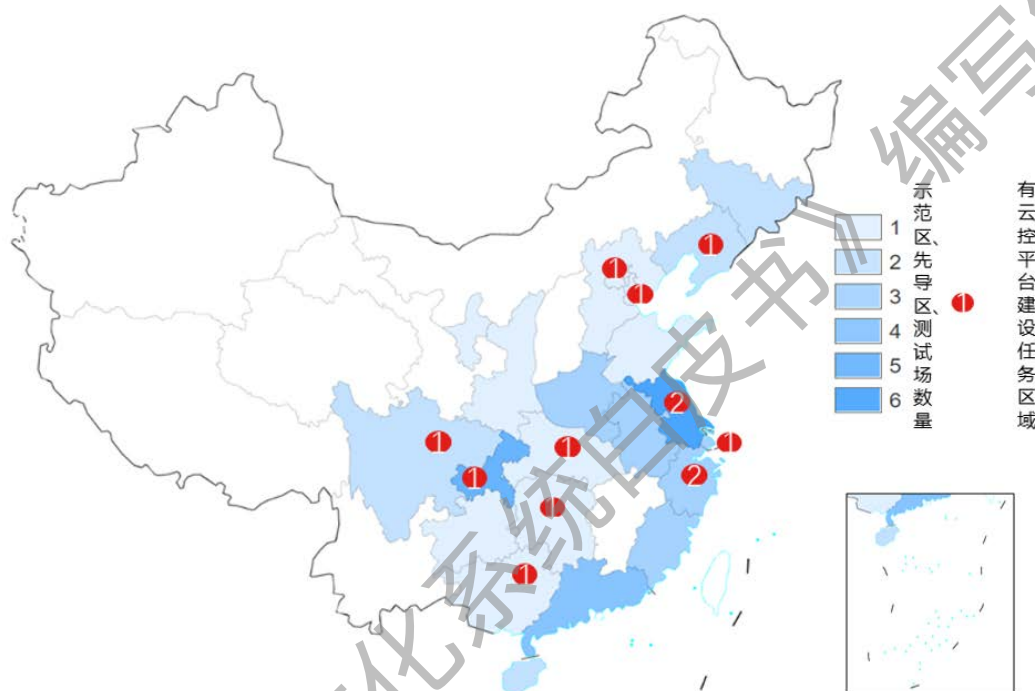


图8 全国先导区、测试示范区、高速公路试点、测试场分布图

### 3.1 车联网先导区

江苏(无锡)国家级车联网先导区作为首个国家级车联网先导区、首批“双智”试点城市之一，规划建设了市区两级平台。市级平台侧重于实现城市级业务场景（如全局精准导航、跨区交通事件提醒）；区级平台在实现本区业务场景的同时与市级平台形成上下联动系统架构，将路侧基础设施相关数据接入市级平台并从市级平台获取交通管理基础数据。

天津(西青)国家级车联网先导区作为第二个国家级车联网先导区，在一期实现 6 家终端厂商的互联互通，并完成了“四平台+两体系”的车路协同运营支撑平台建设。车路协同运营支撑平台与现有交

通管理平台进行数据交互，支撑车路协同丰富的应用场景。

**湖南（长沙）国家级车联网先导区**作为第三个国家级车联网先导区和首批“双智”试点城市之一，建设了分层解耦的云控基础平台，实现了对先导区范围内不同供应商、不同解决方案路侧系统以及网联车辆的统一接入、统一管理、统一调度和第三方互联互通，支撑典型云控应用。

**重庆（两江新区）国家级车联网先导区**作为第四个国家级车联网先导区，基于“人-车-路-网-云”，实现重庆山地城市车路云协同多场景智能驾驶和出行即服务的创新应用，打造全国首个“碳中和”智能网联示范区。协同创新区构建了N种智能网联终端及路侧感知设备、1个云控平台、N种智慧应用的“N+1+N”的架构体系。

**成都车联网先导区**建设了“封闭测试场+城市道路”的车路云一体化系统环境，部署了车端和路侧统一接入网关、车路协同统一云控平台、安全身份认证管理服务平台和车联网应用呈现平台，构建了一体化出行服务系统。

**柳州车联网先导区**融通“车路云网图”构建“1+1+7+N”建设体系，部署1套智能网联基础设施，搭建1套云控平台，支撑7类重点道路场景，实现N种生态示范落地。

### 3.2 测试示范区

**北京市高级别自动驾驶示范区**作为全球首个网联云控式高级别自动驾驶示范区和首批“双智”试点城市之一，目前通过2.0阶段建成了高级别自动驾驶车辆的城市级工程试验平台，初步建立了云控平台对外服务能力，常态化开展测试和商业化服务。

**国家智能网联汽车（上海）试点示范区**建设了全国首个车路云一体化综合示范项目，建成的云控基础平台，提供互联互通、融合感知、决策控制、数据分析、监控管理、服务发布和运营管理七大功能，助推云控基础平台在自动驾驶与智慧交通应用与运营生态体系的工程化落地。

**苏州长三角智能驾驶产业示范区**采用三层MEC架构，为交通出

行服务、交通管理、网联车运营监管等功能场景赋能，打造智能网联云控基础平台。

**南京新型公交都市先导区**立足于公交优先、车路协同、数据驱动的方针，建设基础与应用解耦的云控基础平台，支撑示范运营管理、车路协同测试、智能网联测试和交通大数据分析，形成一批可复制可推广的建设示范成果。

**国家智能网联汽车（武汉）测试示范区**建设了包含城市操作系统（即基础平台）和上层应用（即应用平台）的云控平台。城市操作系统实现交通场景全要素数据采集和多融合，支撑交通管理、高级智能驾驶等领域的典型应用；上层应用专注于助力交通运输管理运营水平提升。

**德清自动驾驶与智慧出行示范区**建成云控平台，统一管理路侧边缘计算平台、MEC Server 平台、V2X Server 平台，实现业务数据汇聚，在全县基础设施建设范围内统筹开展车路协同路口级计算服务和路侧基础设施信息化管控服务。

**沈阳大东区北方智能网联汽车测试基地**计划建设云控基础平台和云控应用平台，与公交运营平台、交管平台对接。拟实现车辆运行精准预测、运行态速度指示、交通信号灯上云、道路事件感知等功能。

### 3.3 高速公路试点

**四川交通强国试点项目**通过成宜智慧高速项目分阶段实现车路协同服务全线覆盖的智慧高速公路，实现高速公路对象数字化、全场景实时性感知、车辆全轨迹数字化、三维上帝视角等四大创新打造平行世界，提升基础设施的数字化率、应急指挥效率、道路通行能力和公众服务能力。

**河北雄安新区交通强国建设试点**通过雄安新区对外高速路网荣乌高速新线与京德高速智慧公路试点项目建设了五星云控平台，围绕车辆行驶和交通运行安全、效率、能耗等性能综合提升，从感知、协同、管理、控制、服务五个维度体现云控平台对新一代高速公路的支撑。包括智慧高速数字孪生系统、智慧高速一体化车路协同系统、智

慧高速准全天候坐席系统、智慧高速车道级主动控制系统，智慧高速交通态势与风险预警系统。

### 3.4 现状分析与问题

通过梳理全国各地先导区、测试示范区、试点项目中云控平台规划和建设现状，云控平台通过整合车端、路侧以及交管、公交、地图、定位、气象、物流等在内的第三方平台数据，在一定程度上打通了信息壁垒，实现了更多维、更精细、更实时的信息汇聚，提升了数据利用价值，并对典型云控应用进行了一定程度支撑，对产业发展的关键技术验证、落地应用进行了示范性尝试，对智慧高速、“双智”城市建设形成了助力。

近几年，由于缺乏统一的顶层架构规划与行业标准，云控平台建设和发展主要结合各地自身需求开展关键技术验证与示范应用探索，存在诸多问题与挑战，阻碍车路云一体化中国方案的实施和我国智能网联汽车、智能交通、智慧城市产业的发展。

#### 3.4.1 分层解耦不充分，阻碍系统实现跨域共用

基础与应用分层解耦是云控平台的典型特征之一，开放性是云控基础平台的重要属性，支撑充分竞争性、差异性的云控应用。近年，各地云控平台建设纷纷开始打破传统的烟囱建设模式，逐渐实现分层解耦。但仍有部分示范区未能实现基础平台和应用平台的分离，解耦不充分将阻碍基础平台及车路云一体化系统的跨域共用目标实现，限制未来道路交通基础数据效能最大化利用，约束云控应用的市场化繁荣和交通社会综合效能的提升。

#### 3.4.2 关键技术难度大，产业化应用需大力攻关

在真实道路交通环境下车路云一体化系统仍面临交通要素繁多、环境干扰复杂、渗透率波动大、边际场景多等挑战，仍需要大量关键技术创新。例如如何基于车-路-云信息的融合增强车辆的感知能力，如何在车辆群体运行复杂环境下基于云计算技术与网联赋能对个体车辆实现增强安全、提升效率、降低能耗等决策与控制能力的提升，

如何基于高频度、细粒度交通动态数据以共性化服务模式为推进智能化交通、智慧化城市建设以及智能网联汽车产业发展赋能，如何提升相关机制、算法、模型对交通环境的适应能力，充分发挥云控平台的共性基础数据与能力的价值等。

### 3.4.3 法规配套不完善，制约技术创新规模应用

车路云一体化系统建设过程中，新技术与新产品形态的应用需要在路权分配、运营收费、事故责任、保险投保等方面进行商业模式和管理创新，但现行法律法规与管理制度还不能完全适应新产品形态的发展要求，制约着车路云一体化技术创新和规模化应用推进。

### 3.4.4 行业标准不统一，测试评价体系亟待建立

近年，行业对车路云一体化系统以及各组成要素进行了积极的探索工作，创新产品逐步投向市场。但目前对于车端、路侧、云端各产品本身、相互间的数据互通、统一数据格式、系统应用服务等方面还缺乏统一的标准规范，且测试评价体系也亟待建立。

### 3.4.5 产业效益不明显，影响政府企业投资热情

车路云一体化系统技术迭代和商业化落地离不开规模化的基础设施建设，无论是通信基础设施、云平台与大数据中心，还是道路基础设施，都存在建设成本高、运维成本高等特点。近年，行业也对云控应用的规模化与商业化方面进行了积极的探索并取得了一定的成果，但由于未能安全按照车路云一体化的思想进行云控平台与道路基础设施建设，导致其路侧设施作用发挥有限，云控平台场景支撑能力不足，产业效益不够明显，政府与企业投资热情难于持久。

## 4 车路云一体化系统发展建议

### 4.1 深化系统架构认识，推进标准规范制定

充分发挥行业组织与重点项目建设的示范作用，继续深化行业对于车路云一体化系统顶层架构的认识，保证行业对于车路云一体化系统架构的统一，是未来更大范围内实现统一云控服务的前提。对车路

云一体化系统顶层架构的认识有利于促进产业快速与良性发展。

行业组织加快推进车路云一体化系统相关标准规范制定工作，包括车端、路侧、云端各产品标准、相互间的通信标准、系统服务标准等。在标准制定的基础上，进一步建立相应的测试评价体系、测试方法以及测试系统环境，定期发布测试报告。通过行业标准与测试评价体系的建立为技术创新提供评价依据，有利于车路云一体化系统的规模化建设与应用的推广。

#### 4.2 强化政策支持力度，聚焦关键技术突破

在科研院所与企业进行基础创新的同时，政府相关职能部门应做好管理创新与制度创新，为技术创新提供政策与制度保障。车路云一体化系统涉及了车辆、交通、通信等大量相关领域的建设和运营环节，相应地会受到较多领域职能部门的监管，为防止出现政策冲突、责任模糊等情况，需要建立跨部门的政策协调机制，针对车路云一体化系统平台建设运营所需的政策支持，各部门主动应对、提前谋划、协调联动。此外，可划定一定范围开展先行先试工作，在先行先试区域内，在各类型车辆的路权分配、商业化运营收费、交通事故的责任认定、人车保险投保等方面敢于进行法律法规的突破。

车路云一体化系统是复杂的信息物理系统，包含大量的技术创新工作，除了计算基础平台、车载终端基础平台、云控基础平台、高精度动态地图基础平台、信息安全基础平台等五大共性基础平台，相关大量信息物理系统架构、系统动态设计、系统协同感知-决策-控制、系统多智能体互操作等关键技术亟待突破。政府相关职能部门应提供资金与政策支持，鼓励高校、科研机构、行业企业开展关键技术研究，实现关键技术的快速突破。

#### 4.3 引导技术产品转化，鼓励开放示范应用

技术创新成果产品化是实现规模化应用的必经路径。行业组织通过相关产品标准的制定，引导技术产品转化。同时建议各地示范区建设向产品化设施设备倾斜，充分发挥市场导向作用，引导标准化产品



的生产，促进行业的规模化建设与应用。

在已建成的示范区鼓励开放共享共性基础能力，通过健全的数据管理与标准体系，加强数据的汇聚融合以及共享开放和开发利用。围绕车路云一体化系统基础能力，通过共性技术平台等形式，推动云控基础平台“5+2+1”体系及服务场景构建，产、学、研、用各界共同探索云控应用示范。

#### 4.4 探索应用商业落地，加强国际交流合作

近年，各地示范区建设逐渐从示范阶段进入到规模化推广阶段，各行业主体包括政府主管部门、行业监管机构、供应商、网联车辆、整车企业、出行业务服务商及特定业务提供商，都应积极开展跨领域主体协同，协作探索规模化应用与商业落地问题，促进产业发展的良性循环，实现车路云一体化发展的产业效益。

在大力推进智能汽车产业新业态发展的同时，还应加强与世界各国的科技创新与合作，开展更加开放包容、互惠共享的国际科技创新交流，通过增进国际智能网联汽车领域的开放、信任与合作，促进车路云一体化系统技术标准、测试验证成果互认，助力车路云一体化中国方案相关技术和应用成果惠及世界。

## 参考文献

- [1] 中国汽车工程学会, 国家智能网联汽车创新中心. 智能网联汽车蓝皮书: 中国智能网联汽车产业发展报告(2022) [M]. 社会科学文献出版社. (准备出版)
- [2] 李克强, 常雪阳, 李家文, 许庆, 高博麟, 潘济安. 智能网联汽车云控系统及其实现[J]. 汽车工程, 2020, 42(12): 1595-1605.
- [3] 崔明阳, 黄荷叶, 许庆, 王建强, Takaaki SEKIGUCHI, 耿璐, 李克强. 智能网联汽车架构、功能与应用关键技术[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2022, 62(03): 493-508.
- [4] 李克强. 我看智能网联汽车十年发展[J]. 智能网联汽车, 2022, 03: 6-9.
- [5] 张毅, 姚丹亚, 李力, 裴华鑫, 晏松, 葛经纬. 智能车路协同系统关键技术与应用[J]. 交通运输系统工程与信息, 2021, 21(05): 40-51.
- [6] 董振宁, 苏岳龙, 陶荟竹. 从“连接”到“赋能”——高德地图构建智慧城市的“智能+”之道[J]. 中国建设信息化, 2019, 21: 40-43.
- [7] 王云鹏, 鲁光泉, 陈鹏, 李增文. 智能车联网基础理论与共性关键技术研究及应用[J]. 中国科学基金, 2021, 35(S1): 185-191.
- [8] 李斌, 侯德藻, 张纪升, 李宏海, 黄子超. 论智能车路协同的概念与机理[J]. 公路交通科技, 2020, 37(10): 134-141.
- [9] 陈山枝, 葛雨明, 时岩. 蜂窝车联网(C-V2X)技术发展、应用及展望[J]. 电信科学, 2022, 38(01): 1-12.
- [10] 中国智能网联汽车产业创新联盟. 车路云一体化融合控制系统白皮书[R]. 2020.
- [11] 中国汽车工程学会, 国家智能网联汽车创新中心. 智能网联汽车蓝皮书: 中国智能网联汽车产业发展报告(2021) [R]. 北京: 社会科学文献出版社, 2022.



**CAICV**

中国智能网联汽车产业创新联盟  
官网: <http://www.caicv.org.cn/>  
联系电话: 010-56760839